TEMA 12. EL ANABOLISMO.

1. Rutas anabólicas comunes.

* Existe un anabolismo exclusivo de seres autótrofos en el que se obtienen moléculas orgánicas sencillas como la glucosa a partir de materia inorgánica.
* Otras rutas anabólicas son comunes a seres autótrofos y heterótrofos. Estas configuran el metabolismo heterótrofo en el que se sintetizan todas las moléculas orgánicas complejas a partir de moléculas orgánicas sencillas.

Ejem: Síntesis de proteínas, formación de triglicéridos, etc.

* Gluconeogénesis.
  + Puede ocurrir en todas las células.
  + Se forma glucosa a partir de compuestos orgánicos como ácido láctico, aas o glicerol (en vegetales también a partir de ácidos grasos).
  + Comienza en la mitocondria y se desarrolla en el citosol.
  + Consume ATP y poder reductor.
* Glucogenogénesis.
  + Se sintetiza glucógeno a partir de glucosa para almacenarla.
  + Ocurre en el hígado y en el musculo esquelético.
  + Se lleva a cabo en dos etapas.
    - Activación de la glucosa mediante el UTP y formación de uridindifosfato glucosa.
    - El UDP-glucosa incorpora moléculas de glucosa al glucógeno en formación.
* Síntesis de triglicéridos.
  + El glicerol se obtiene reduciendo dihidroxiacetona procedente de la glucolisis.
  + Los ácidos grasos se forman a partir de moléculas de acetil-CoA que se incorpora a una secuencia cíclica de cuatro reacciones.
  + Finalmente se esterifican tres ácidos grasos con un glicerol.
  + Todo el proceso ocurre en el citoplasma.
* Anabolismo de proteínas.
  + Las plantas sintetizan todos los aas. Los animales sólo algunos pro lo que el resto han de incorporarlo con la dieta.
  + Se forman en el citosol.
  + Su esqueleto carbonado proviene de intermediarios de la glucolisis o el ciclo de Krebs.
  + El grupo amino se incorpora mediante transaminación.
  + La unión, según el orden indicado en el ADN, forma la proteína.

1. Rutas anabólicas autótrofas.

* Son diferentes según la fuente de energía utilizada por el organismo.
* Fotosintéticos.
  + Utilizan luz para construir moléculas orgánicas.
  + Realizan la fotosíntesis.
  + Plantas, algas algunas bacterias (anoxigénica) y cianofíceas.
* Quimiosintéticos.
  + Transforman la materia inorgánica en orgánica usando la energía liberada en reacciones exergónicas en las que se oxidan moléculas inorgánicas.
  + Realizan la quimiosíntesis.
  + Bacterias del nitrógeno, del azufre o del hierro.

1. La fotosíntesis.

* La materia inorgánica se reduce hasta materia orgánica utilizando la energía luminosa.
* Requiere un dador y un aceptor de hidrógeno.
* Se distinguen dos tipos:
* Dador H2O/Aceptor CO2.

Luz

H2O Dad red. + CO2 Acp.Inorg/Poca energía O2 Dad oxd.+ CH2O Acp red.Org/Mucha energía

* El agua actúa cediendo H que reduce al CO2.
* Esto hace que se rompa la molécula (fotolisis del agua) y se desprenda O2  molecular.
* El CH2O representa la base de un hidrato de carbono (la sexta parte de una molécula de glucosa).
* Para obtener los productos de la reacción, glucosa y oxígeno molecular, la reacción global se ajusta del siguiente modo.

Luz

6 H2O+ 6 CO2 6O2  + C6H12O

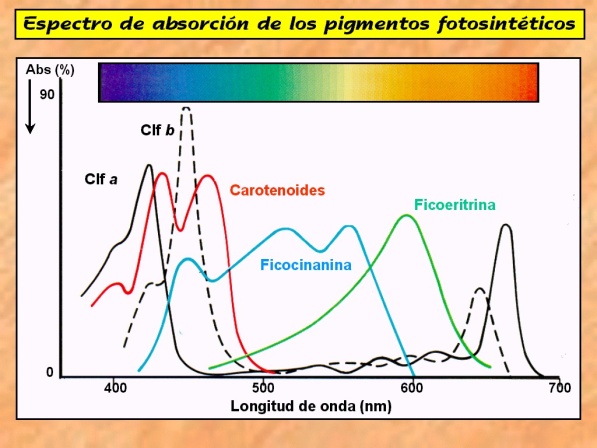
* Otros dadores y aceptores.
* En algunas bacterias los dadores de H son el ácido láctico o el ácido sulfhídrico.
* Como no interviene el agua no se libera oxígeno.
* Este tipo de fotosíntesis se denomina anoxigénica.
* Normalmente el aceptor de H es el CO2.
* La fotosíntesis es el proceso más importante que ocurre en la biosfera pues es responsable de:
  + El cambio que se produjo en la atmósfera primitiva.
  + La síntesis de materia orgánica.
  + Energía almacenada en los combustibles fósiles.
  + La liberación de O2 a la atmósfera (respiración aerobia).
  + La retirada del CO2 causante del efecto invernadero.

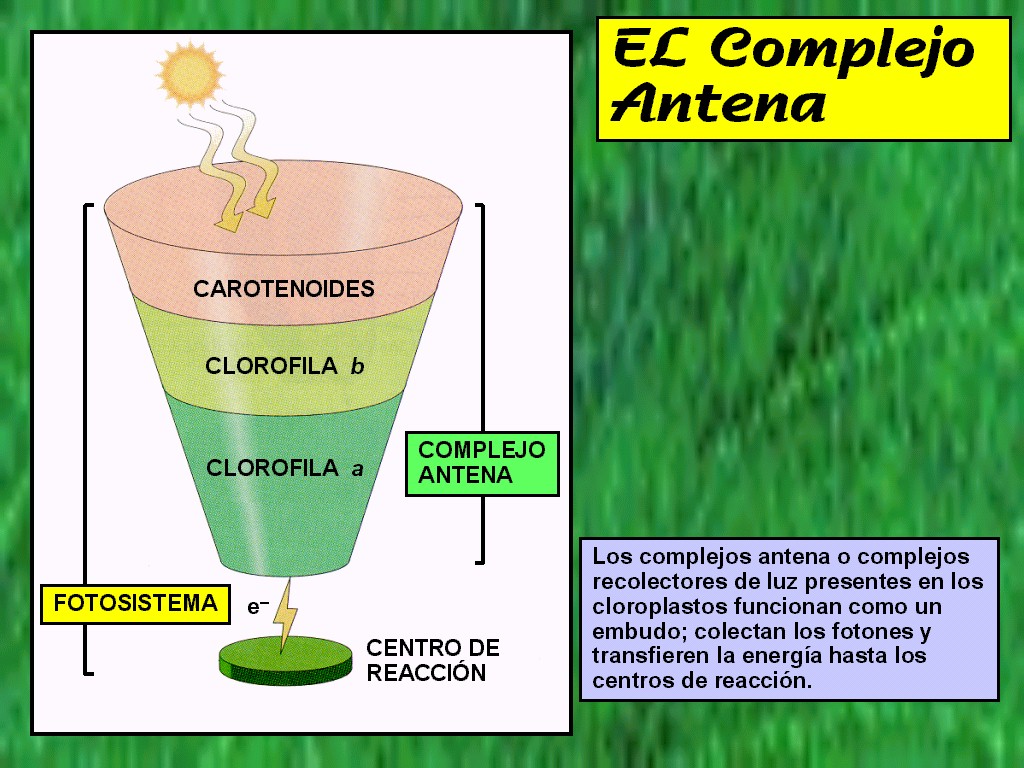
1. La fotosíntesis oxigénica.

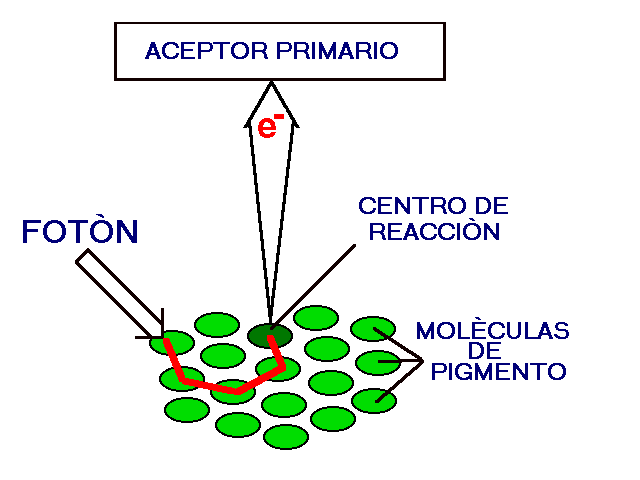
* Se realiza en dos fases.
* Fase luminosa.
  + Requiere la presencia de luz.
  + Ocurre en la membrana tilacoidal donde se sitúan la cadena transportadora de electrones, los fotosistemas y la ATPasa cloroplastídica.
  + Los pigmentos captan la luz y la transforman en energía química.
  + Se genera ATP y NADPH, H+.
  + Se produce la fotolisis del agua y la liberación de O2.
* Fase oscura.
  + No depende de la luz (con o sin ella).
  + Se lleva a cabo en el estroma.
  + El CO2 se reduce para obtener glucosa mediante el ciclo de Calvin.
  + Se utiliza la energía producida en la fase luminosa, el ATP y el NADPH, H+.

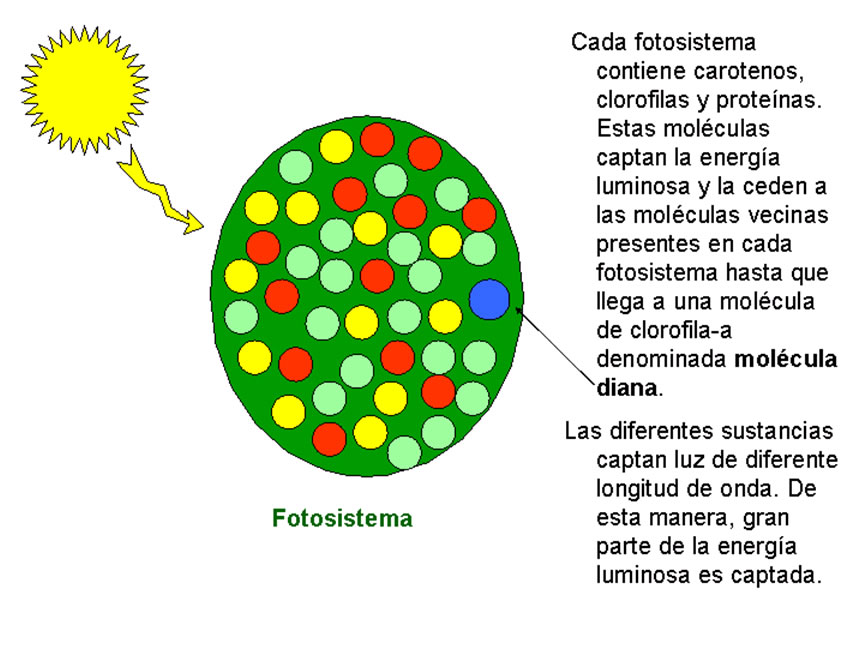
1. La fase luminosa.

* Se llevan a cabo los siguientes procesos:
  + Captación de luz.
  + Transporte no cíclico de electrones.
    - Reducción del NADP+.
    - Fotolisis del agua.
  + Fotofosforilación.
* En las bacterias con fotosíntesis anoxigénica, y en la normal cuando escasea el NADP+, se produce un transporte cíclico de electrones.
  1. La captación de la luz.
* La luz utilizada en la fotosíntesis corresponde al espectro visible, con longitud de onda que va desde 360 hasta 720 nm.
* Esta es captada por los pigmentos fotosintéticos que absorben la energía de los fotones de la luz.
* Esta energía excita sus electrones que pasan a niveles energéticos más elevados lo que hace que el pigmento se vuelva más reactivo.
* Los principales pigmentos son:
  + Clorofilas a y b.
  + Carotenos y xantofilas.
  + Ficobilinas que solo aparecen en las algas.
* Se agrupan en la membrana tilacoidal formando fotosistemas. Un fotosistema se compone por:
  + Pigmentos antena.
    - Gran variedad.
    - Moléculas colectoras de luz.
  + Centro de reacción.
    - Clorofila diana. Una clorofila unida a una proteína específica que recibe toda le energía absorbida por los pigmentos antena y puede ceder un electrón.
    - Aceptor de electrones.
    - Dador de electrones.

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=pigmentos+antena&source=images&cd=&cad=rja&docid=BPNNemCwsaOZmM&tbnid=7KCczQBGSiE7CM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.etsmre.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_11.htm&ei=nbggUa7pKsbZ0wG4mID4Bg&bvm=bv.42553238,d.ZG4&psig=AFQjCNGi8tDt527AH6mu8Gg4RjBSDx4NvA&ust=1361184967692619)

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=pigmentos+antena&source=images&cd=&cad=rja&docid=BPNNemCwsaOZmM&tbnid=7xqA9PWXhugdkM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.etsmre.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_11.htm&ei=zrcgUeOsG8e30gHMjICwAw&bvm=bv.42553238,d.ZG4&psig=AFQjCNGi8tDt527AH6mu8Gg4RjBSDx4NvA&ust=1361184967692619)

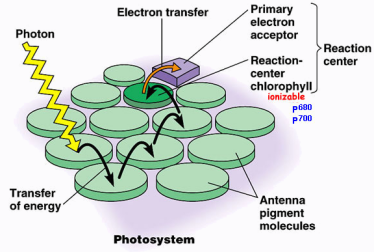
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=pigmentos+antena&source=images&cd=&cad=rja&docid=6Pe1FjsNcXAWnM&tbnid=ua1w7oDsK2pjxM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/fotosintesis/&ei=DLggUYn2J5Dp0QHFhID4Aw&bvm=bv.42553238,d.ZG4&psig=AFQjCNGi8tDt527AH6mu8Gg4RjBSDx4NvA&ust=1361184967692619)

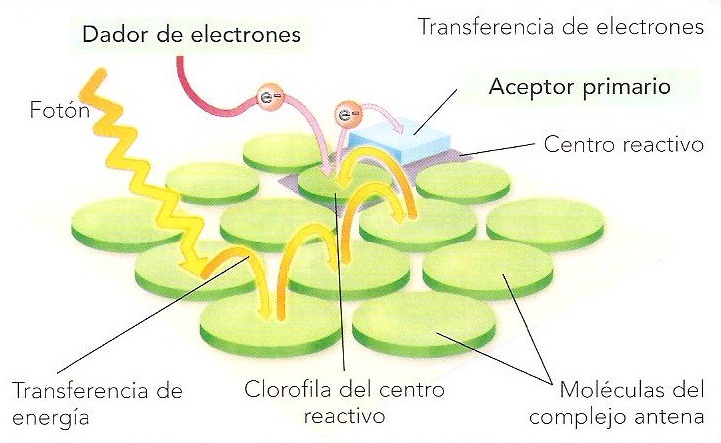
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=pigmentos+antena&source=images&cd=&cad=rja&docid=fOavuGaWJ3WTvM&tbnid=8pIViUtYgRgsWM:&ved=0CAUQjRw&url=http://docentes.educacion.navarra.es/~metayosa/bach2/2biometabo4.html&ei=P7ggUemZJsWq0AGQmYH4Bg&bvm=bv.42553238,d.ZG4&psig=AFQjCNGi8tDt527AH6mu8Gg4RjBSDx4NvA&ust=1361184967692619)

* En las células fotosintéticas hay dos fotosistemas:
  + Fotosistema I / PS I.
    - También llamado P700 pues presenta máxima absorción de luz a 700 nm.
    - La clorofila del CR es el P700.
  + Fotosistema II / PS II.
    - Llamado P680 por tener mayor actividad a esta longitud de onda.
    - Su clorofila del CR es el P680.

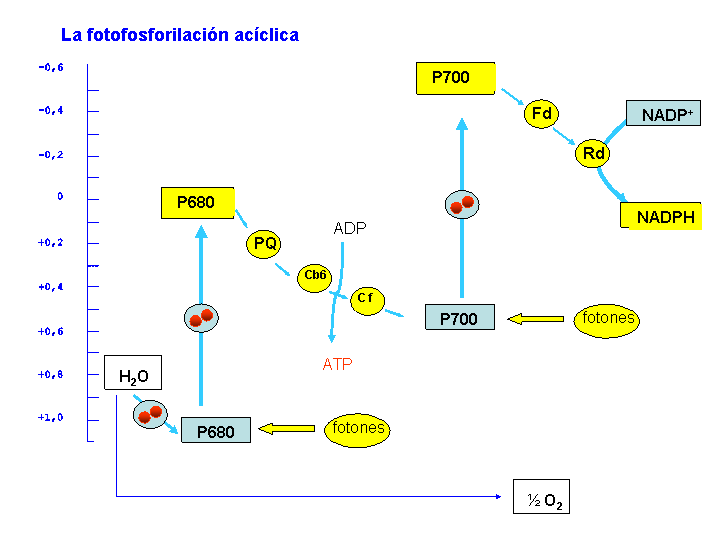
¿Cómo funciona el fotosistema?

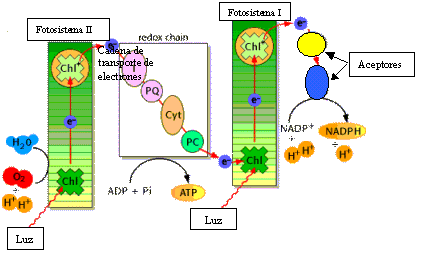
* Cuando un fotón incide sobre un pigmento antena este se excita y un electrón pasa a un orbital más alejado (nivel energético superior).
* La energía se va transmitiendo del pigmento que absorbe luz con menor longitud de onda (mayor contenido energético) hasta el que absorbe la de mayor (menor cantidad de energía).
* La clorofila del CR es la que absorbe la mayor longitud de onda por tanto recibirá la energía captada por cualquier otro pigmento de los que forman la antena.
* La clorofila excitada vuelve a su estado inicial cediendo un electrón a un aceptor de la cadena fotosintética y recuperándolo, en el nivel adecuado, a partir de un donador electrónico asociado al fotosistema.

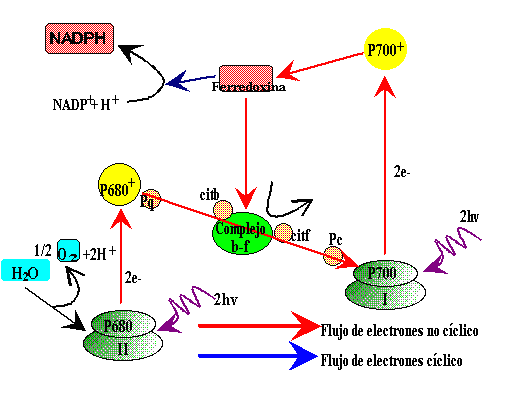
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=pigmentos+antena&source=images&cd=&cad=rja&docid=Oz-BLzxyb1zoPM&tbnid=ed2M5EqbeDbGlM:&ved=0CAUQjRw&url=http://ies.rayuela.mostoles.educa.madrid.org/deptos/dbiogeo/recursos/Apuntes/ApuntesBioBach2/4-FisioCelular/MetFotosintesis.htm&ei=g7cgUd_4O8i30QGqsoCoAQ&bvm=bv.42553238,d.ZG4&psig=AFQjCNGi8tDt527AH6mu8Gg4RjBSDx4NvA&ust=1361184967692619)

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=pigmentos+antena&source=images&cd=&cad=rja&docid=ufNt3fQ5VQ50GM&tbnid=e_fu5K_Zhyq84M:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.cienciastella.com/fotosintesis.html&ei=qbcgUeP4JYW_0QHWiYHgAQ&bvm=bv.42553238,d.ZG4&psig=AFQjCNGi8tDt527AH6mu8Gg4RjBSDx4NvA&ust=1361184967692619)

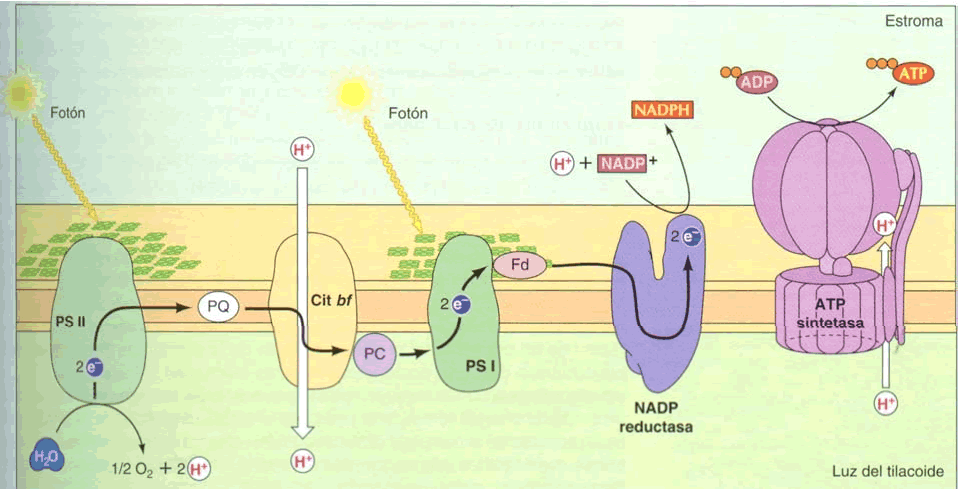
* 1. El transporte no cíclico de electrones.
* Tiene lugar desde el H2O hasta el NADP+ a través de la cadena fotosintética.
* Esta se forma de una serie de moléculas que aceptan y ceden electrones consecutivamente permitiendo que estos viajen desde los compuestos de menor estado energético a los de mayor.
* El transporte por tanto no es espontaneo y requiere la energía luminosa que captan los pigmentos de los fotosistemas los cuales están integrados en la cadena.
* La energía luminosa aumenta el estado energético de los electrones del H2O que llegaran hasta el NADP+, el cual se reduce hasta NADPH, H+.
* Recordemos que el transporte sería espontaneo en sentido inverso desde el NADPH hasta el O2 y no al contrario como ocurre aquí por eso es necesaria la activación.
* La molécula de H2O se rompe en un proceso denominado fotolisis del agua y cede sus electrones a la cadena fotosintética.
* El resultado es que el O2 se desprende como producto residual.
* El transporte se divide en tres segmentos que se representan mediante el esquema en Z.
  + Primer segmento. Reducción del NADP+.
    - Un fotón incide en el PS I.
    - Una de sus moléculas se excita.
    - Se transmite la energía hasta el CR.
    - La clorofila cede un electrón a la ferredoxina.
    - Esta lo conduce hasta el NADP+ reduciéndolo a NADPH.
    - La clorofila queda excitada y dispuesta a recuperar el electrón cedido.
  + Segundo segmento. Recuperación del electrón cedido por el PS I.
    - Un fotón incide en el PS II.
    - Los pigmentos se excitan y transmiten la energía al CR.
    - La clorofila cede un electrón a la cadena transportadora que lo lleva hasta la clorofila del PS I.
    - La cadena se forma por plastoquinona, citocromo bf y plastocianina.
  + Tercer segmento. Recuperación del electrón cedido por el PS II y fotolisis del agua.
    - La rotura del agua libera:
      * Electrones que se ceden al PS II.
      * Protones H+ que se liberan al espacio intratilacoide.
      * O2 que se emite a la atmósfera.
        + H2O 2 e- + 2 H+ + ½ O2

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=transporte+de+electrones+fotosintesis&source=images&cd=&cad=rja&docid=ehTNHl0dC-Lg9M&tbnid=g8Tq6KxbUUqVPM:&ved=0CAUQjRw&url=http://tavotic.blogspot.com/2010/04/fotofosforilacion-aciclica-luz-va.html&ei=SvIsUdnKDYW7hAfOqoHwDg&bvm=bv.42965579,d.ZG4&psig=AFQjCNHFQQ9-kwByPfVfww4bMEcwHr6cpw&ust=1361986305421870)

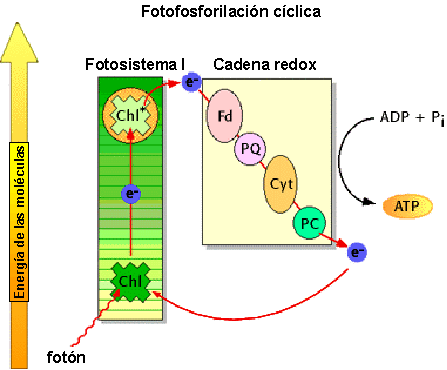
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=transporte+de+electrones+fotosintesis&source=images&cd=&cad=rja&docid=XBDJS7SfOsMaBM&tbnid=_-Wv6t69Ot61bM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.ecogenesis.com.ar/index.php?sec=articulo.php&Codigo=49&ei=jPMsUbCLL8uXhQfxi4GoAw&bvm=bv.42965579,d.ZG4&psig=AFQjCNHFQQ9-kwByPfVfww4bMEcwHr6cpw&ust=1361986305421870)

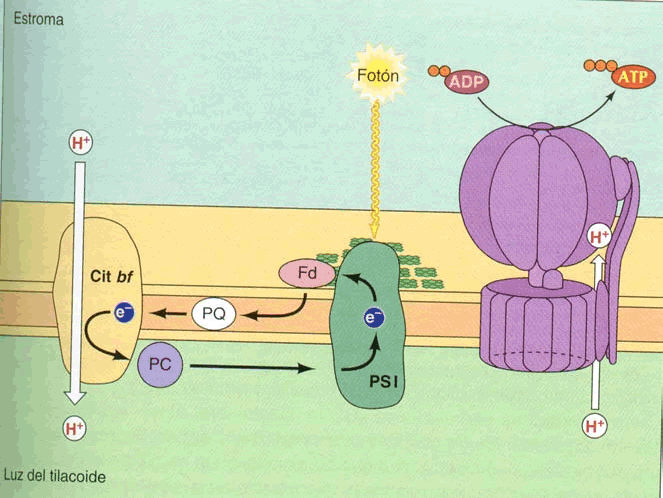
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=transporte+de+electrones+fotosintesis&source=images&cd=&cad=rja&docid=6C3tK9j7PzrjxM&tbnid=KJgH-Cpcal5uYM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.botanica.cnba.uba.ar/Pakete/3er/fotosintesiss/fotosintesis.html&ei=2vIsUdi8JYmAhQfSpYCABA&bvm=bv.42965579,d.ZG4&psig=AFQjCNHFQQ9-kwByPfVfww4bMEcwHr6cpw&ust=1361986305421870)

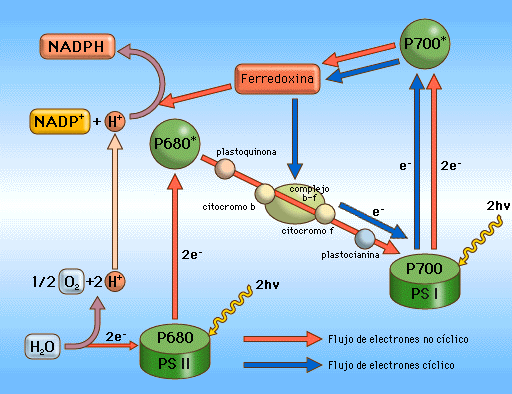
* 1. La fotofosforilación.
* Es la síntesis de ATP que se realiza de forma semejante al que ocurre en la membrana mitocondrial.
* Se suceden los siguientes acontecimientos:
  + El transporte de electrones hasta el NADP+ libera protones hasta el espacio intratilacoidal.
  + Transportando dos electrones se liberan cuatro protones:
    - Dos son translocados desde el estroma a través del cit-bf.
    - Dos proceden de la fotolisis del agua.
  + La acumulación de protones genera un transporte a favor de gradiente.
  + Al ser impermeable la membrana tilacoidal los H+ solo la cruzan a través de la ATPasa.
  + El flujo de protones permite la síntesis de ATP.
  + Por cada tres H+ que entran se forma una molécula de ATP.

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=transporte+de+electrones+fotosintesis&source=images&cd=&cad=rja&docid=G4PHT6jzQNQ16M&tbnid=xarscCkcGr0beM:&ved=0CAUQjRw&url=http://cursosvirtuales.cfe.edu.uy/semipresencial/file.php/1/01/Primero/8113Organizacion%20celular%20y%20tisular/paginas/unidades/unidad_2/anexos/anexos21/anexosTema4/anexo6.htm&ei=bPQsUZ2yJ9SIhQf-64HYDg&bvm=bv.42965579,d.ZG4&psig=AFQjCNHFQQ9-kwByPfVfww4bMEcwHr6cpw&ust=1361986305421870)

* 1. El transporte cíclico.
* Es una vía alternativa en la que un electrón del PS I es activado por la luz pero en lugar de llegar al NADP+ vuelve al PS I.
* En su recorrido es cedido al cit-bf que transporta H+ al espacio intratilacoidal.
* La acumulación de H+ provoca el regreso de estos al estroma a favor de gradiente pero a través de la ATP sintetasa que utiliza la energía del flujo de protones para fabricar ATP.

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=transporte+ciclico+de+electrones+fotosintesis&source=images&cd=&cad=rja&docid=ZG-ngqGtyduqmM&tbnid=1r8i1_qDjPSDHM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.biologia.arizona.edu/biochemistry/problem_sets/photosynthesis_1/07t.html&ei=FvYsUb_WGcuRhQfRsoG4Ag&bvm=bv.42965579,d.ZG4&psig=AFQjCNF7Y7h-kNW1j7_vrVbbci7A9-TBpg&ust=1361987403012986)

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=transporte+ciclico+de+electrones+fotosintesis&source=images&cd=&cad=rja&docid=G4PHT6jzQNQ16M&tbnid=l4F9XdEfsCSK5M:&ved=0CAUQjRw&url=http://cursosvirtuales.cfe.edu.uy/semipresencial/file.php/1/01/Primero/8113Organizacion%20celular%20y%20tisular/paginas/unidades/unidad_2/anexos/anexos21/anexosTema4/anexo6.htm&ei=__UsUYWkFdSQhQf11oDIBw&bvm=bv.42965579,d.ZG4&psig=AFQjCNF7Y7h-kNW1j7_vrVbbci7A9-TBpg&ust=1361987403012986)

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=transporte+de+electrones+fotosintesis&source=images&cd=&cad=rja&docid=G5IEsAR5UCNKeM&tbnid=bS4xo1GycXd9SM:&ved=0CAUQjRw&url=http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/2bachillerato/Fisiologia_celular/contenidos9.htm&ei=lPEsUa3QOsmShgfQkYG4Bw&bvm=bv.42965579,d.ZG4&psig=AFQjCNHFQQ9-kwByPfVfww4bMEcwHr6cpw&ust=1361986305421870)

* Presenta las siguientes características:
  + Sólo participa el PS I.
  + No produce NADPH.
  + No hay fotolisis del agua por lo que no desprende O2.
  + Se sintetiza ATP por la traslocación de H+ a partir del cit-bf.
  1. Reacción global.
* La reacción por molécula de agua es:

NADP+ + H2O + 4 fotones NADPH + H+ + ½ O2

* Se sintetiza una molécula de ATP por cada dos electrones transportados.

ADP + Pi ATP + H2O

* Para liberar seis moléculas de O2 en la reacción global de la fotosíntesis deben intervenir 12 de H2O por lo que se ajusta de la siguiente forma (los 12 H sobrantes se unen con los 6 O que sobran del CO2 y se obtienen 6 H2O como producto).

1. H2O+ 6 CO2 6O2  + C6H12O6 + 6 H2O

* La fotofosforilación cíclica y la acíclica se combinan para ajustar la producción de ATP y NADPH a las necesidades de la fase oscura.
* En ella se requieren 3 ATP por cada 2 NADPH. Por tanto, cada vez que ocurran dos fotofosforilaciones acíclicas, tendrá lugar una cíclica.
* Al final de la fase lumínica tanto el ATP como el NADPH, H+ se encuentran en el estroma del cloroplasto.
* Ambas moléculas serán utilizadas para la reducción del CO2 en la fase oscura de la fotosíntesis.
* La ecuación global seria:

**12 H2O +12 NADP++ 18 ADP + 18 Pi 6 O2+ 12 NADPH + 12 H++ 18 ATP**

* Aparecen 24 protones y se transportan 24 electrones. Como cada electrón requiere gastar dos fotones, uno en cada fotosistema, necesitamos 48 fotones.
* Por otra parte gastamos 6 fotones más en la fotofosforilación cíclica por lo que el gasto energético completo es de 54 fotones.

1. La fase oscura.

* Es la síntesis de moléculas orgánicas sencillas por reducción de moléculas inorgánicas.
* Se utiliza el ATP y el NADPH sintetizados en la fase luminosa.
* Ocurre en el estroma y se produce tanto en ausencia como en presencia de luz aunque algunos de sus enzimas están regulados por la energía luminosa.
* El principal sustrato es el CO2 que se reduce hasta monosacáridos sencillos mediante el ciclo de Calvin.
* Este ciclo se divide en tres fases:
  + Fijación del CO2.
    - Se une a una molécula de 5 C, la ribulosa 1-5-difosfato.
    - Se forma un compuesto de 6 C muy inestable que se rompe en dos moléculas de ácido 3 fosfoglicérico.
    - La reacción está catalizada por la enzima rubisco (ribulosa 1-5-difosfato carboxilasa) que es el más abundante de la naturaleza.
    - Así el CO2 inorgánico forma un enlace rico en energía en una molécula orgánica.

Ribulosa 1-5-difosfato + CO2 2 Acido 3-fosfoglicérico

* + Reducción.
    - El ácido 3-fofoglicérico es fosforilado hasta 1-3-difosfoglicerato consumiendo ATP.
    - Este se reduce hasta gliceraldehido 3-fosfato (G3P) liberando Pi y consumiendo NADPH.

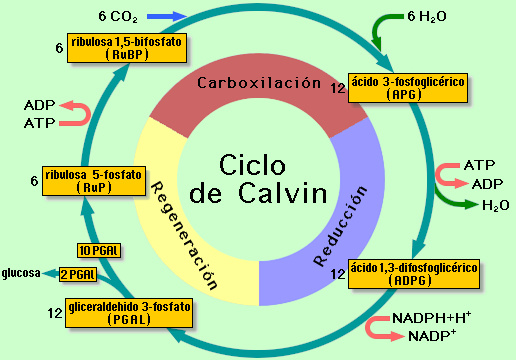
2 Acido 3-fosfoglicérico + 2ATP + 2NADPH 2 gliceraldehido 3-fosfato + 2 NADP+ , H+ + 2 ADP + 2 Pi

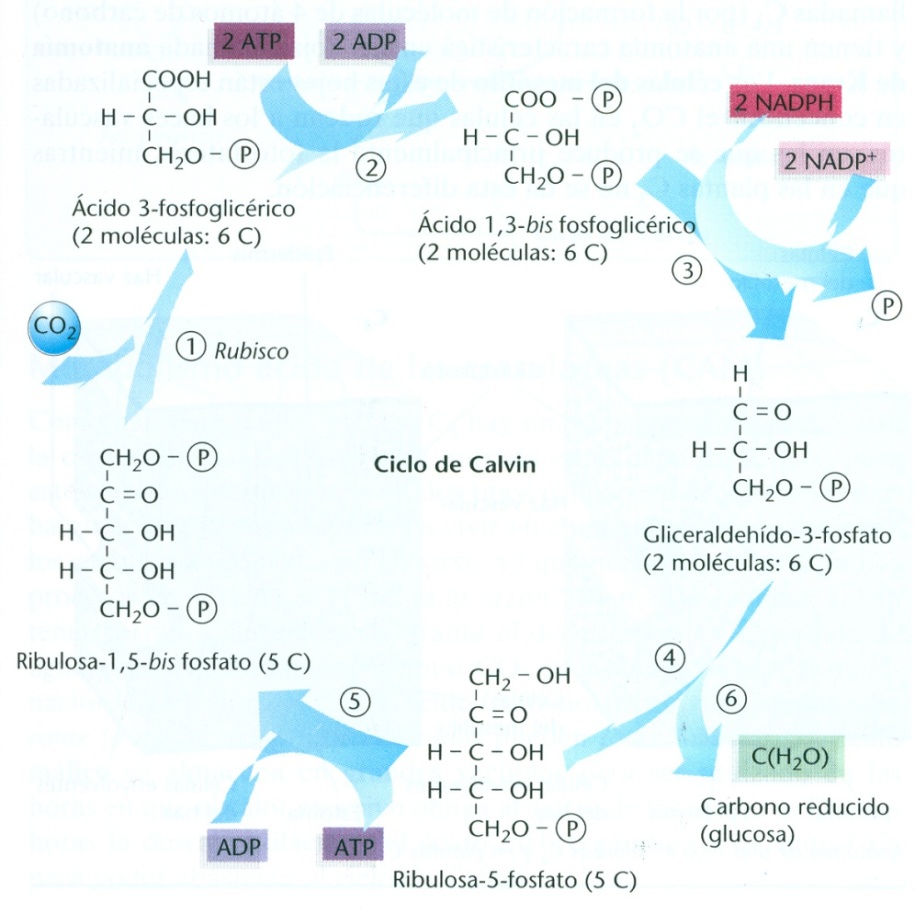
* + Formación de glucosa y regeneración.
    - Por cada doce moléculas de G3P (36 C en total) dos se utilizan para generar una de glucosa.
    - Las diez restantes (30 C) se utilizan para restablecer el ciclo.
    - Esto ocurre mediante un proceso muy complejo donde se forman moléculas de 4, 5, 6 y 7 C hasta obtener 6 ribulosas 5- fosfato.
    - Estas se fosforilan consumiento 6 ATP y produciendo 6 ribulosa 1-5-difosfato.

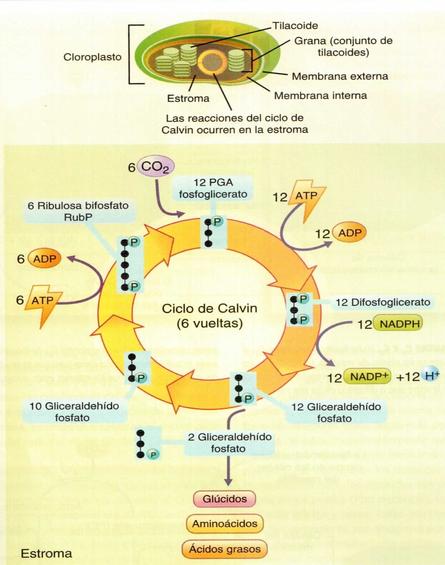
Ribulosa 5-fosfato + ATP Ribulosa 1,5-difosfato + ADP

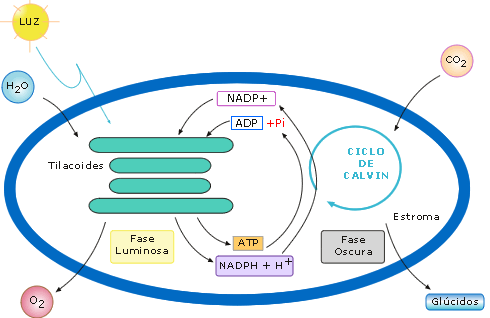
* Por cada vuelta del ciclo se reduce una molécula de CO2 por tanto se requieren tres vueltas por G3P que es el producto reducido saliente.
* Tal producto es la base para sintetizar azúcares, ácidos grasos y aas.
* Para formar una glucosa necesitamos dos G3P y por tanto son necesarias seis vueltas.
* Multiplicando por seis las ecuaciones anteriores obtendremos el balance global del ciclo.

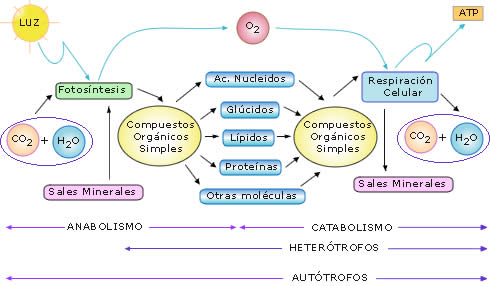
6 CO2 + 12 NADPH + 12 H+ + 18 ATP C6H12O6 + 12 NADP++18 ADP +18 Pi



[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=ciclo+de+calvin&source=images&cd=&cad=rja&docid=asL0q-iZXSUq1M&tbnid=Z2Cyta0VdZIMUM:&ved=0CAUQjRw&url=http://html.rincondelvago.com/anabolismo_2.html&ei=zR42Ue-ADsnHPJvKgZAF&bvm=bv.43148975,d.ZWU&psig=AFQjCNFraRXcNlFQxYgyfmUcL6ZcQnESOQ&ust=1362587644346071)

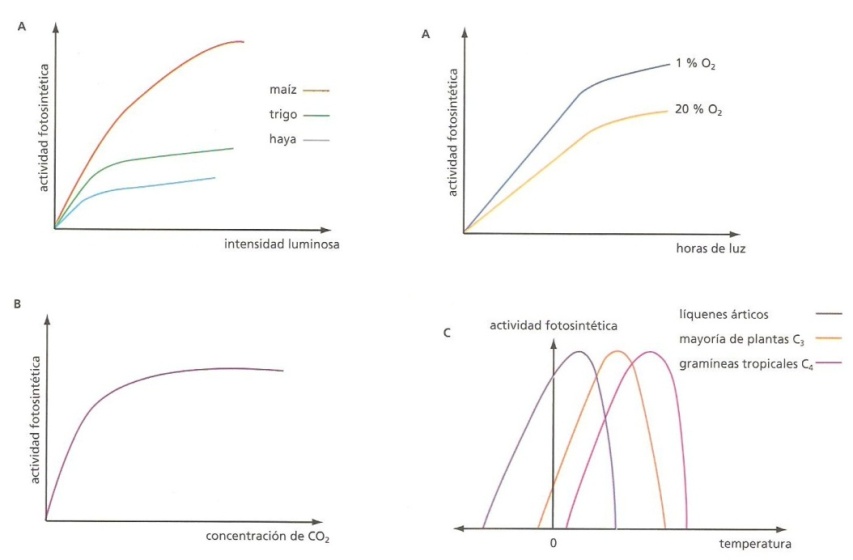
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=ciclo+de+calvin&source=images&cd=&cad=rja&docid=4-w3GVZNx4VEPM&tbnid=wSXcDAMU2O3H0M:&ved=0CAUQjRw&url=http://elprocesodelafotosintesis.wikispaces.com/5.2+Reacciones+que+fijan+carbono&ei=oB82UbXNGYiPOI6EgYAI&bvm=bv.43148975,d.ZWU&psig=AFQjCNFraRXcNlFQxYgyfmUcL6ZcQnESOQ&ust=1362587644346071)



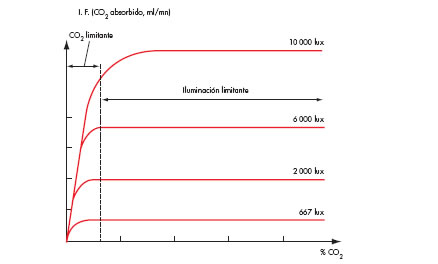


1. Factores que influyen en la fotosíntesis.

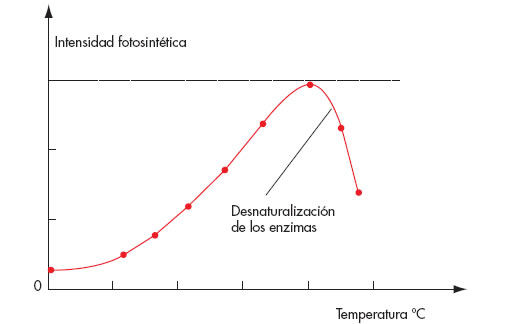
* El rendimiento fotosintético puede medirse en función del CO2 absorbido o del O2 desprendido.
* Tal rendimiento depende de los siguientes factores:
  1. Concentración de CO2.
* La velocidad de la fotosíntesis aumenta con este parámetro hasta un punto en el que se hace constante.

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=xgIWYz2-TA6g0M&tbnid=41iOBypJjazLuM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.cienciastella.com/fotosintesis2.html&ei=V283UfPoCsXePemYgdAG&bvm=bv.43287494,d.ZWU&psig=AFQjCNHxRy6MjEtx4YeIqXZR44eYi0uokA&ust=1362673778369193)

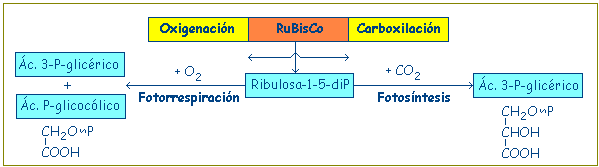
* 1. Intensidad de iluminación.
* Su aumento provoca mayor velocidad en la fotosíntesis hasta alcanzar un valor en el cual la cantidad de CO2 se hace limitante y el proceso no puede rendir más.
* Una planta en tal estado se encuentra lumínicamente saturada.
* Cuando la iluminación es muy baja el O2 que se desprende en la fotosíntesis es compensado, o incluso superado, por el consumido en la respiración.
* La siguiente gráfica muestra simultáneamente la influencia ambos factores.

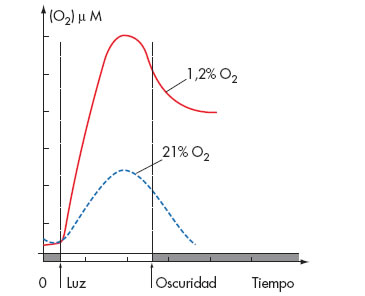
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=fOavuGaWJ3WTvM&tbnid=bvgcMCNItH3k_M:&ved=0CAUQjRw&url=http://docentes.educacion.navarra.es/~metayosa/bach2/2biometabo4.html&ei=JHI3UZPyMcG-PIbQgKgM&bvm=bv.43287494,d.ZWU&psig=AFQjCNHxRy6MjEtx4YeIqXZR44eYi0uokA&ust=1362673778369193)

* 1. La temperatura.
* Las reacciones de la fase luminosa son independientes de la temperatura.
* En la fase oscura actúan enzimas que aumentan su actividad con la temperatura hasta alcanzar un valor en que comienzan a desnaturalizarse.
* Cada especie tiene una temperatura de rendimiento óptimo.

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=fOavuGaWJ3WTvM&tbnid=2fLmfsLxrNxQoM:&ved=0CAUQjRw&url=http://docentes.educacion.navarra.es/~metayosa/bach2/2biometabo4.html&ei=ynQ3UcuSNMPR0QW3sYGACQ&bvm=bv.43287494,d.ZWU&psig=AFQjCNEJ8QVnM79KLCc4Nk-DSoWowtmqtA&ust=1362675264960143)

* 1. La concentración de O2.
* El rendimiento fotosintético disminuye al aumentar este factor pues el O2 actúa como un inhibidor competitivo del enzima rubisco en la reacción de fijación del CO2.
* En días soleados cálidos y secos la hoja cierra los estomas y el O2 se acumula en su interior produciéndose una reacción, llamada fotorrespiración, que elimina intermediarios del ciclo del Calvin reduciendo su eficacia hasta en un 50%.

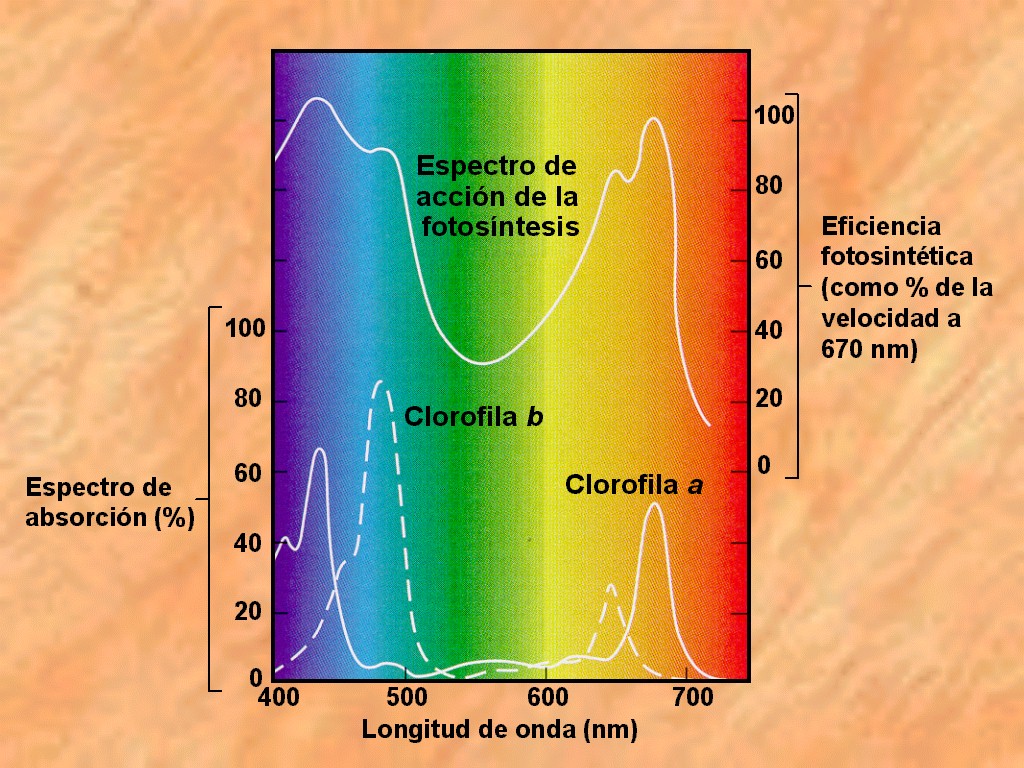
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=WXu2MMcQ0a_49M&tbnid=8AusG-iTYTjUuM:&ved=0CAUQjRw&url=http://perso.wanadoo.es/sancayetano2000/biologia/apu/tema3_8.htm&ei=Z3w3UbysOOW00QXtwoGYCA&bvm=bv.43287494,d.ZWU&psig=AFQjCNGDD0B8FO6MUggfXEmwvHADGSl9ng&ust=1362677089290723)

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=fOavuGaWJ3WTvM&tbnid=owztKGP1iQWl1M:&ved=0CAUQjRw&url=http://docentes.educacion.navarra.es/~metayosa/bach2/2biometabo4.html&ei=p303UdPbNPLy0gWbpYGYCg&bvm=bv.43287494,d.ZWU&psig=AFQjCNExC6HHqz_P1CskPVY8JKxLAF_v_Q&ust=1362677494120177)

* 1. La humedad.
* El rendimiento de la fotosíntesis disminuye al hacerlo el grado de humedad pues en ambientes secos se cierran los estomas y se reduce el intercambio de gases.

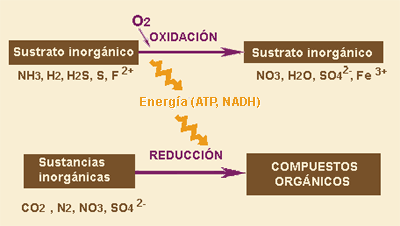
[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=3B6-BkERZ7NFuM&tbnid=NuBjH3niDpAjjM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.biologiasur.org/apuntes/base-fisico-quimica/organizacion-y-fisiologia-celular/celula-eucariotica-ii/metabolismo/caracteristicas/etapas.html&ei=5YE3UafaOO700QH9y4DIAg&bvm=bv.43287494,d.ZGU&psig=AFQjCNEUaS3Qh5yu4x-KEKfwaTJ9ccV_fA&ust=1362678609433731)

* 1. El fotoperiodo.
* Es el número de horas de luz al cabo del día y su influencia depende del tipo de planta aunque en general el rendimiento aumenta con este factor.
  1. El tipo de luz.
* La actividad fotosintética es máxima con luz roja o azul pues en tales zonas del espectro se encuentran los picos de absorción de las clorofilas a y b.
* Si iluminamos sólo con luz roja por encima de 680 nm no podrá funcionar el PS II y la eficiencia será mínima.

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=JkewYRqwKHml7M&tbnid=_kLKgehCV4KKAM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.acuariorosa.org/t2116-led-para-acuarios&ei=boE3UYKmCejO0QGC4IHYAQ&bvm=bv.43287494,d.ZGU&psig=AFQjCNEelPx9WOswnGE52tpbT3u_9q64lA&ust=1362678151001945)

1. La quimiosíntesis.

* Proceso anabólico autótrofo en el que se sintetizan compuestos orgánicos a partir de otros inorgánicos y utilizando la energía liberada en la oxidación de moléculas inorgánicas sencillas.
* Se distinguen dos fases de forma análoga a la fotosíntesis
  + Primera fase.
    - Oxidación de compuestos sencillos como NH3, H2, o H2S.
    - Liberación de energía, electrones y protones.
    - Síntesis de ATP.
    - Formación de NADH.
    - Equivalente a la fase luminosa.
  + Segunda fase.
    - Reducción de compuestos inorgánicos como CO2  o NO3-.
    - Obtención de compuestos orgánicos.

[](http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=CgPQHoQM3juBKM&tbnid=M5Q5ruJoz44m3M:&ved=0CAUQjRw&url=http://personales.ya.com/geopal/biologia_2b/unidades/ejercicios/act2quimiotema4.htm&ei=tdM4UYSiMcfLPfbggZAC&bvm=bv.43287494,d.ZWU&psig=AFQjCNH_INr_vaU_yTkHlV_GWNad2Nlgng&ust=1362764944972244)

* Los seres quimiosintéticos se denominan quimioautótrofos y son bacterias, casi todas aerobias.
* Su papel en el ciclo de la materia es fundamental.
* Se distinguen varios grupos.
  1. Bacterias del nitrógeno.
* Viven en el suelo y en el agua.
* Oxidan el amoniaco procedente de la descomposición de la materia orgánica a nitratos en un proceso llamado nitrificación.
* Los nitratos son absorbidos por las plantas que pueden reducirlo para sintetizar compuestos orgánicos nitrogenados como bases y aas.
* La oxidación se realiza en dos etapas:
  + Nitritación.
    - Es la oxidación del amoniaco hasta nitrito.

2 NH3  + 3 O2 → 2 NO2-  + 2 H2O + 2 H+ + Energía

* + - Realizan este proceso las bacterias nitrosoficantes del género *Nitrosomonas*.
  + Nitratación.
    - Oxidación del nitrito hasta nitrato:

2 NO2- + O2 → 2 NO3- + Energía

* + - Realizada por las bacterias nitrificantes del género *Nitrobacter*.
* Las plantas realizan la llamada fotosíntesis del nitrógeno que permite incorporar este elemento a las cadenas tróficas. Esto ocurre en dos fases:
  + Reducción del NO3- a NH4+.

NO3- + 5 NADH + 5H+ NH4+ + NAD+ + 3H2O

* + Incorporación del NH4+ a cetoácidos para formar aas.

Cetoácido + NH3 + NADPH + ATP Aa. + NADP+ + ADP + Pi

* 1. Bacterias del azufre.
* Son bacterias incoloras que viven en aguas residuales, fuentes hidrotermales y ambientes ricos en azufre.
* Utilizan como sustrato azufre y sulfuro de hidrógeno.

2 S + 3 O2 + 2 H2O 2 SO42- + 4 H+ + Energía

2 H2S + O2 2 S + 2 H2O + Energía

* Son muy interesantes las bacterias que viven en los humeros de las dorsales oceánicas.
* Los humeros son fuentes termales oceánicas que liberan agua que previamente se ha infiltrado hasta profundidades de unos 5 km, en zonas muy fracturadas y de elevada temperatura.
* El agua liberada es muy rica en metales y otros compuestos (Fe, Zn, Mn, H2S, etc). Estas zonas, a 2600 metros de profundidad, son un oasis de vida (gusanos, moluscos, crustáceos, etc) en el interminable desierto de los fondos oceánicos. Los productores de estos ecosistemas son bacterias que oxidan SH2
* Una de las especies dominantes en estos ecosistemas es el gusano gigante (de hasta 1 metro de longitud) *Riftia pachyphila* que carece de boca y tubo digestivo.
* Presenta un penacho branquial por el que absorbe agua con CO2, H2S, O2, y un gran órgano llamado trofosoma cuyas células contienen bacterias oxidantes del H2S.
* Se trata de una endosimbiosis en la que gusano proporciona la materia prima y las bacterias las moléculas orgánicas.
* De forma parecida, estas bacterias viven en las branquias de las almejas y mejillones de la zona. Otras especies se alimentan por filtración de las partículas del medio, de las bacterias que hay en el agua o comiéndose a las especies anteriores.
* Así estas bacterias sostienen toda una red trófica mediante quimiosíntesis.
  1. Bacterias del hierro.
* Viven en aguas procedentes de vertidos mineros donde oxidan sales ferrosas formando sales férricas.
* Son muy abundantes en el rio Tinto.

4 Fe2+ + 4 H+ + O2 4 Fe3+ + 2 H2O + Energía

Los protones y la fotofosforilación.

* Cada dos veces que ocurre el transporte no cíclico se lleva a cabo una vez el cíclico para compensar la diferencia entre la cantidad de ATP y NADPH que se requiere en la fase oscura (18 y 12) para sintetizar una molécula de glucosa (6 veces el ciclo de Calvin).
* 12 veces el primer proceso acumulan en el espacio intratilacoidal 48 protones (24 del agua y 24 transferidos en el Cit b-f). 6 veces el segundo incluyen otros 6 protones. En total se acumulan 54 protones.
* La salida de protones por las ATPsintetasas hemos de contemplarla como un proceso global (no primero los procedentes de un transporte y luego los de otro).
* Cada vez que salen tres protones se sintetiza una molécula de ATP por lo que tenemos energía protónmotriz suficiente para formar las 18 moléculas (18x3=54).
* De esos 54 protones 24 compensan los utilizados para obtener los 12 NADPH, H. Los otros 30 son los que entraron desde el estroma.